

**Универзитет “Св. Кирил и Методиј” - Скопје**  
**РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ - ШТИП**



## **ЕЛАБОРАТ**

**ЗА ОСКУЛТАЦША НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ  
„САСА” - М. КАМЕНИЦА ЗА 2006**

**ШТИП, МАРТ 2007 година**

# ЕЛАБОРАТ

ЗА ОСКУЛТАЦША НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА” -  
М. КАМЕНИЦА ЗА 2006

## Содржина:

1. Технички извештај.....	2
1.1. Вовед.....	2
1.2. Основни објекти во склоп на јаловиштето.....	6
1.3. Оскултација на јаловиштето.....	15
1.3.1. Систем за оскултација.....	15
1.3.2. Резултати од оскултацијата.....	18
1.4. Заклучни разгледувања и препораки.....	26
2. Прилози.....	28

## ОСКУЛТАЦИЈА НА БРАНАТА НА ФЛОТАЦИСКОТО ЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА“ - М. КАМЕНИЦА ЗА 2005 ГОДИНА

### 1. Технички извештај

#### 1.1. Вовед

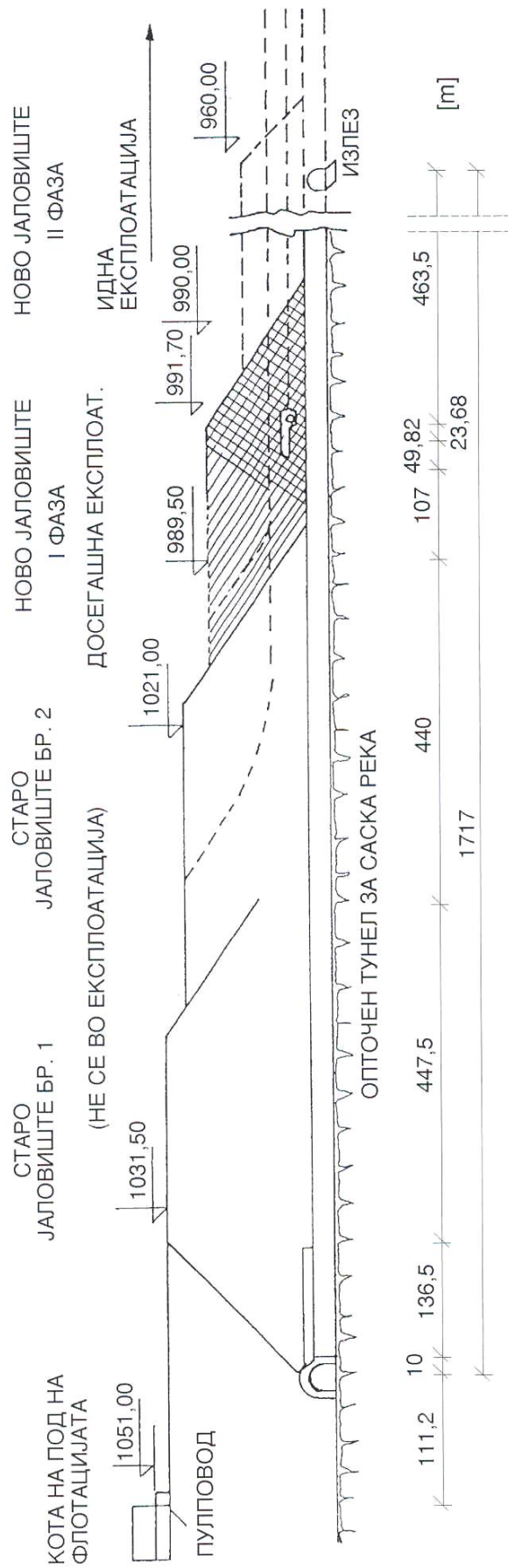
Јаловиштето на рудникот „Саса“ во М. Каменица служи за одлагање на флотациската пулпа (јаловина) добиена со технолошкиот процес - флотација на минералите олово и цинк од рудата. Флотациската јаловина преку пулповод гравитационо се доведува до јаловиштето, каде што пред депонирањето се класира на два производа. Со хидроциклонирање на флотациската јаловина, пред депонирањето се добива: (1) песок на хидроциклонот, со кој, со природно одлагање, се изведува низводната брана на јаловиштето, и (2) муљ на хидроциклонот, со кој се пополнува таложното езеро на јаловиштето. Според главниот проект за Новото јаловиште „Долина на Саска Река - I и II фаза“, од 1980 година, низводната брана од песок на јаловиштата било предвидено да се насипува во влажна состојба, во слоеви од 2.5 м, со широчина во круната од 5.0 м, и со наклони на косините - узводна  $m_1 = 1.5$  и низводна  $m_2 = 2.75$ , со надвишување од 2.0 м над таложното езеро. Таложното езеро се формирало со природно исталожување на муљта од јаловината. Пресек на јаловиштето од овие фази е прикажано на *сл. 1*.

На 14. 02. 2002 година рудникот „Саса“ паднал во стечај и престанал со работа, односно со производство. На 30 август 2003 година, при силен дожд, дошло до затнување на влезот во колекторот 6, кој требало да ги прифаќа атмосферските води од еден порој од десната страна и да ги спроведува во оптичниот тунел. Притоа, јаловиштето, коешто веќе било изградено до нешто повисока кота од планираната со проектот, се заситило со вода и се преплавило со дополнителен воден слој од околу 1 метар. Овој дополнителен товар ја надминал носивоста на покривната плоча на шахтата за собирање на дренажните води, која со отвор 100/60 цм во калотата на оптичниот тунел била споена со него, ја урнал и предизвикал истекување јаловина низ тунелот во количина од околу 150.000 м<sup>3</sup>, која што се разлила низводно по коритото на Саска Река, допирајќи се до акумулацијата Калиманци. Притоа, во јаловиштето се формирала празнина во облик на кратер, со дијаметар поголем од 100 м, *сл. 2*.

Веднаш по хаваријата, Владата на РМ формирала координативно тело со претставници од различни институции, водено од министерот за животна средина и просторно планирање и министерот за земјоделство, шумарство и водостопанство, коешто презело

повеќе мерки - на покус и подолг план - за санирање на состојбата. Ургентните мерки, со коишто јаловиштето било доведено во безбедна состојба, биле спроведени веќе во првите три месеци по хаваријата, а во рок од една година состојбата била санирана до степен кој обезбедувал сигурност на подолг рок. Притоа, била изработена и соодветна техничка документација. Најважните преземени мерки биле:

- засилена контрола на квалитетот на водата за пиење, на подземните води и на водите во акумулацијата „Калиманци“;
- чистење на оптичниот тунел од јаловина за обезбедување приод до местото на хаваријата;
- привремено затворање со подградување со челични ременати на отворот во оптичниот тунел низ којшто истекла јаловината;
- изведба на помошен преливен канал со облога од геомембрана по површината на јаловиштето;
- пломбирање на една од дренажите и внесување на другата дренажа во оптичниот тунел (наместо во урнатата шахта);
- итно трајно санирање на кампадата од оптичниот тунел во зоната на хаваријата со дополнителна армиранобетонска облога (30 cm);
- проверка на сите водоспроводни објекти и итна санација на тешко оштетената делница во должина од 30 метри на колекторот 6;
- отстранување на оштетените делови од тунелската облога на крајните 500 метри од тунелот и трајно санирање на оштетувањата;
- чистење на јаловината од речното корито со нејзино депонирање во низводната ножица на песочната брана и изградба на помошна брана низводно од песочната, со кота на круната 934 мнв, за ограничување на зоната на депонирана јаловина, односно како додатна сигурносна мерка;
- засилување со додатна армиранобетонска облога на најоштетената делница од галерискиот дел на оптичниот тунел, во должина од околу 60 метри.



Сл. 1 – Шематски приказ на јаловиштите на рудникот „Саса“, Македонска Каменица



*Сл. 2 - Кратерот формиран со хаваријата на 30. ВИИИ 2003 година; зад кратерот се гледаат влезните и површинските делови на колекторот 6 (лево) и колекторот 5 (десно)*

Од предвиденото, нереализирана останала санацијата на уште околу 180 метри од галерискиот дел на тунелот. Исто така, не е спроведено препорачаното пополнување на кратерот, за да се спречи негово обрушување по краевите и зголемување на неговиот дијаметар.

Во меѓувреме, рудникот е продаден. Новиот сопственик во текот на есента 2005 година наредил изработка на повеќе проекти и планира да го активира рудникот, односно да започне со производство во текот на 2006 година. Со оглед на тоа што со елаборатите изработени есента 2003 година е покажано дека капацитетот на постојното јаловиште е исцрпен - имајќи ја предвид неговата кота и носивоста на облогата на водоспроводните објекти за обновувањето на производниот процес ќе може да се користи просторот во кратерот на старото јаловиште и во ново јаловиште, непосредно низводно од постојното.

## 1.2. Основни објекти во склоп на јаловиштето

Според проектот од 1980 година, новото јаловиште се состои од следниве, повеќе или помалку функционално поврзани објекти:

1. Опточен тунел - служи за одведување на водите од Саска Река, со заобиколување на јаловиштето (старото и новото). Сумарната должина на опточниот тунел изнесува  $L = 1717.00$  м, со вкупна денивелација од  $\Delta X = 106.98$  така што осреднетиот надолжен пад на тунелот изнесува  $J_{cp} = 6.23$  %. Според иновираните податоци од есента 2003 година, светлиот отвор на напречниот пресек на тунелот е со потковичест облик, со височина 3.5 м, ширина во дното од 3.07 м, и максимална ширина (за висина 1.25 т) од 3.54 м. Тунелот, во зоната под јаловиштето, делумно е изведен на отворено, во вид на галерија, во должина од 240 м. Токму во оваа зона дојде до хаварија во август 2003 година, при што тунелската облога се до излезот, во должина од преку 700 м, на повеќе места беше оштетена, поради фактот што била димензионирана за течење со слободно водено огледало, а не под притисок, како што се случи при неконтролираното истекување на јаловината. Галерискиот дел од тунелот било предвидено да се санира, односно засили со дополнителна армиранобетонска облога од 30 цм, но само мал дел од работите (една кампада од 4 м) биле изведени пред хаваријата во август 2003 година, сл. 3. Есента 2003 и во текот на 2004 година беа санирани, односно зајакнати со дополнителна облога 60 м, сл. 4, а останаа за санација уште околу 240 м од галерискиот дел. Крајните 500 м од тунелот, оштетени во 2003 година, беа целосно санирани во 2004 година. Напречниот пресек во галеријата каде што е извршена, односно предвидепа санација со дополнителна внатрешна облога од 30 цм, има намалена максимална ширина од 2.47 м. Според анализите извршени есента 2003 година, санацијата на опточниот тунел, односно намалувањето на профилот во галерискиот дел, не ја доведува во прашање неговата основна функција - безбедно одведување на водите на Саска Река и при појава на максимална вода за која што тунелот првобитно бил димензиониран –  $Q_{0.1\%} = 116 \text{ м}^3/\text{с}$ .





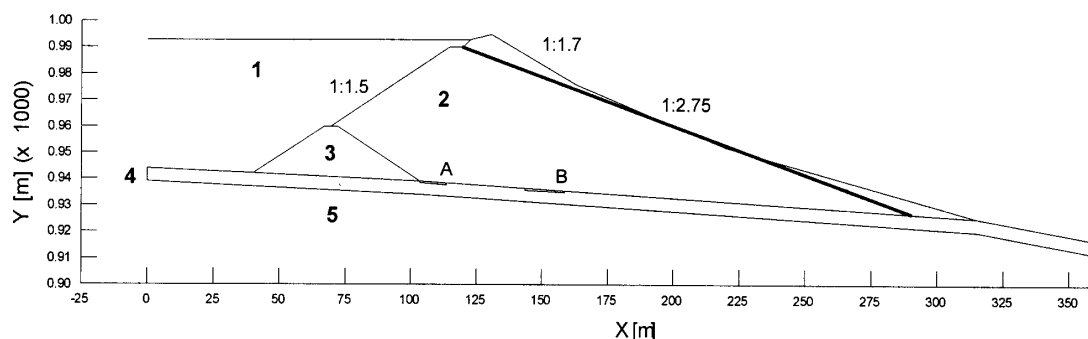
Сл. 3 – Делница од галерискиот дел на оптичниот тунел, санирана во 2002 година; во позадина се гледа инсталирана арматура во следната кампада, оштетена при протекувањето јаловина – подоцна отстранета (11. IX 2003 год.)



Сл. 4 – Санирана делница од галерискиот дел на оптичниот тунел; во позадина се гледаат пластични цевки со кои дренажата 2 е внесена во галеријата (13. I 2004 год.)



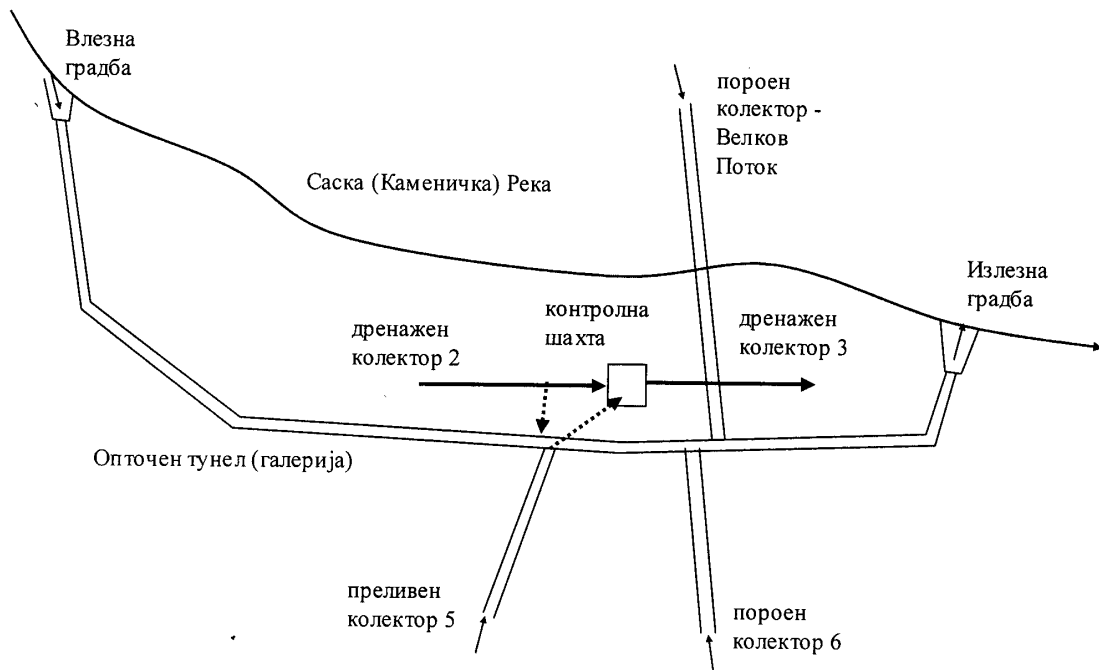
2. Пулповод за флотациска јаловина - служи за довод на флотациската пулпа-јаловина од погонот флотација до јаловиштето. Се состои од магистрален пулповод од ПВЦ цевки  $\varnothing 315$  mm (светол отвор 296 mm), долг 1600 m, со константен пад од 1,3%. Во негов склоп се изведени и два разводни пулповода,  $d = 160$  mm.
3. Брана и таложно езеро - служи за одлагање на флотациската јаловина. Новото јаловиште „Долина на Саска Река - 1 фаза“, кое било во експлоатација од 1981 година, првобитно било проектирано до кота 975.0 мнв - ниво во таложното езеро (со проект од 1980 година), а потоа било надвишено за 15.0 m, односно до кота 990.0 мнв (со проект од 1990 година). Во јуни 2001 година била иновирана анализата на стабилноста на новото јаловиште од I фаза. Според тогашната изведена состојба на јаловиштето, напречниот пресек бил со кота на круната на браната 991.7 мнв, со низводен наклон пострмен од проектираниот и водно ниво во таложното езеро на 988.5 мнв. Анализата е направена со примена на метод на гранична рамнотежа, со усвоена филтрациона линија и без анализа на распределбата на филтрационите порни притисоци. Со примена на модифицираниот метод на Бишоп, со претпоставени кружно цилиндрични површини на лизгање, добиена е минимална вредност на коефициентот на сигурност  $\Phi = 1.227$  за поплитка критична површина на лизгање, што укажува на фактот дека треба да се почитува проектираниот и наклон  $m_2 = 2.75$  за да се елиминира потенцијалната локална нестабилност на низводната косина на јаловиштето. Според состојбата на јаловиштето непосредно после хаваријата на 30.08.2003 година и формирањето на средишниот кратер во таложното езеро со волумен од околу  $150.000 \text{ m}^3$ , круната на браната е изведена до кота 995.0 мнв; (2) низводната косина е со наклон  $m_2 = 2.32$ , (значително пострмен од проектираниот  $m_2 = 2.75$ ); и (3) таложното езеро е формирано до кота 992.5 мнв, сл.5.



Сл.5-Напречен пресек на браната на новото јаловиште од I фаза - состојба во септември 2003 год. 1 - флотациски муљ (таложно езеро), 2 - флотациски песок (песочна брана), 3 - графитен шкрилец (почетна

брана), 4- речен нанос. 5 - карпеста основа, А - узводен филтер, В - низводен филтер, задебелена линија 1:2.75 - првобитно проскиран наклон од кота 990 мнв

4. Дренажен систем - има повеќекратна улога: спуштање на линијата на водозаситеност и подобрување на стабилноста на јаловиштето, контролирано одведување на филтратот и можност за евентуален негов третман пред да се испушти во природниот реципиент (за заштита на квалитетот на околните водни ресурси). Во дренажниот систем спаѓаат: дренажниот колектор број 2 (со кој се одведувала инфилтрираната вода од старото јаловиште до контролирата шахта), дренажниот колектор број 3 (со кој се одведувала дренираната вода од контролната шахта низводно од јаловиштето) и преливниот колектор број 5 наменет за одведување на водата од површината на таложното езеро на новото јаловиште, сл. 6. По хаваријата на облогата на контролната шахта (на спојот на дренажните колектори 2 и 3) и истекувањето на јаловишната маса низ опточниот тунел во август 2003 година, направени се значителни промени во функционирањето на водоспроводните објекти. Имено, со спроведените интервенции есента 2003 година, комуникацијата помеѓу опточниот тунел и урнатата шахта е затворена со додатна тунелска облога, а пломбирана е и врската на дренажниот колектор број 2 со шахтата, така што сега тој директно втекува во опточниот тунел, преку две пластични црева Ø150 mm, забетонирани во горниот дел на тунелската облога (сл. 4) и придонесува да не дојде до подигнување на линијата на водозаситеност во старото јаловиште, односно ја одржува проектната состојба по однос на филтрацијата и стабилноста на јаловиштето. На тој начин, дренажниот колектор, пополнет со јаловишен муљ во август 2003 година, како и преливиот колектор број 5, наменет за одведување на водата од површината на таложното езеро, се исфрлени од употреба.



Сл. 6 - Шема на водоспроводниците за одведување на надворешните и внатрешните води од јаловиштето на рудникот „Саса“, М. Каменица

5. Колектори за одведување на надворешни води - наменети се за зафаќање и одведување на атмосферски води. За оваа намена од левата страна е изграден колектор за водите од „Велков Поток“, а од десната колекторот бр 6, сл. 6. „Велков Поток“ се состои од собирна шахта и бетонски колектор Ø 800 mm, долг 150 m, кој водите ги внесува во оптичниот тунел. При прегледите, есента 2003 година, утврдено е дека овој колектор не е оштетен и е функционален. Колекторот бр. 6, лоциран од десната страна, ги зафаќа водите од кота 1005 мнв, и ги внесува во оптичниот тунел. Вкупната должина му е 205 m, и е изведен во вид на армиранобетонска цевка Ø 800 mm. Со непосреден увид на стручна екипа на рудникот „Саса“ на 22. 11. 2003 година, а особено со увидот на специјалист за градежни зафати во тешки и опасни услови, извршен на 16. 12. 2003 година, било утврдено дека колекторот 6 е со многу тешки оштетувања на делница долга 25 m (од стационажа 100 m до стационажа 125 m), на 20-тина метри под површината на јловиштето. Наведената делница, со конечна должина од 30 m, била санирана во првите месеци на 2004 година, со додавање нова армиранобетонска облога од прскан бетон, (сл. 7) дебела 7-8 cm, по што колекторот е во функционална и безбедна состојба.

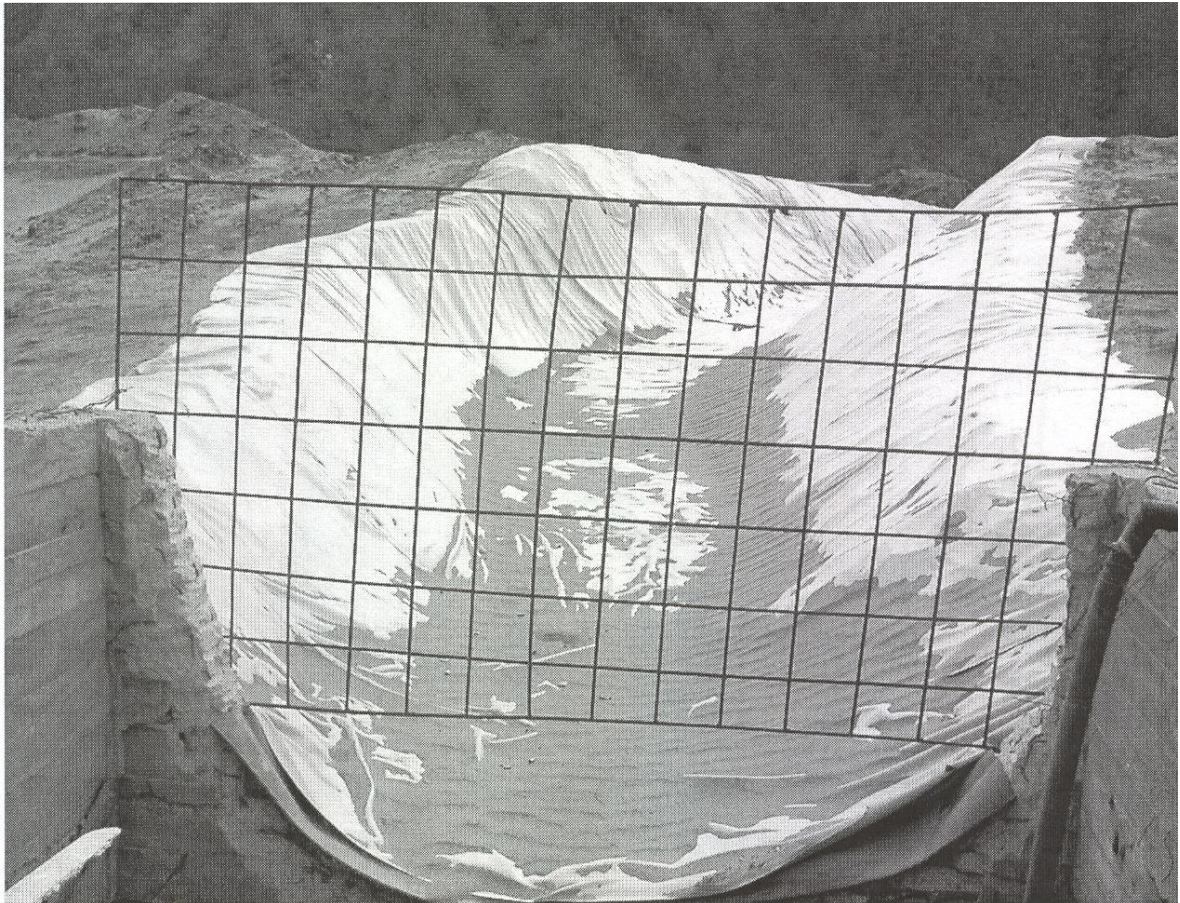


Сл. 7 - Момент од санацијата на колекторот 6 (0800 mm) на јаловиштето „Саса“ (март 2004 година)

6. Непосредно по хаваријата во август 2003 година, изведен е и еден привремен водоспроводен објект. Имено, бил прокопан канал по површината на јаловиштето, обложен со геомембрана, кој имал намена да евакуира кон патот (од левата страна) евентуално надојдени големи води, кои би ја поплавиле површината на јаловиштето, сл. 8. Ова би можело да се случи доколку повторно дојде до затнување на влезот во колекторот 6, кој по интервенциите есента 2003 година е единствен водоспроводник кој може да евакуира вода од површината на јаловиштето. Овој привремен преливен објект, стои и денес. Во текот на пролетните месеци 2004 година, извршено е чистење на излеаната јаловина од зоната на коритото на Саска Река по целата нејзина должина - од излезот на оптичниот тунел до вливот во акумулацијата Калиманци. Јаловината, заедно со извесна количина земја под неа, била депонирана кај низводната ножица на песочната брана од јаловиштето. На тој начин, низводно од тунелот, целосно се отклонети трагите од хаваријата што се случи при крајот на август 2003 година. Паралелно со чистењето на излеаната јаловина и нејзиното депонирање во зоната на низводната ножица на песочната брана од актуелното јаловиште, изградена е и една помошна брана. меѓу низводната ножица на јаловиштето и излезот од оптичниот тунел. Изведена е со кота на круната 934 мнв, од графитен шкрилец, со

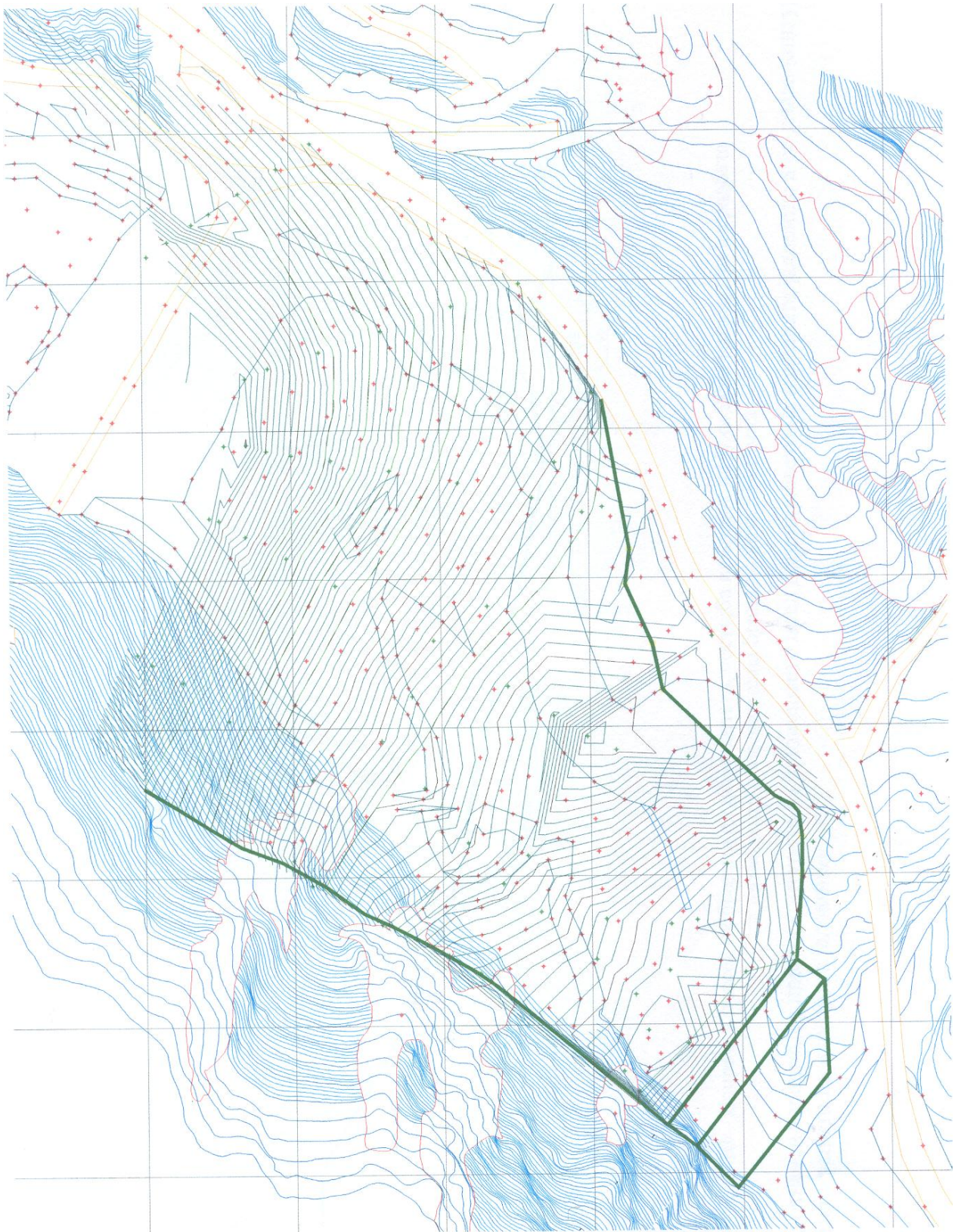


вградена дренажа, а нејзината функција била да даде дополнителна сигурност, односно да ја ограничи новодепонираната јаловина од поместување кон низводната страна и да овозможи дренирање на атмосферските води, претходно дојдени во контакт со вратената јаловина. (сл. 9, сл. 10. сл. 11 и сл.12).



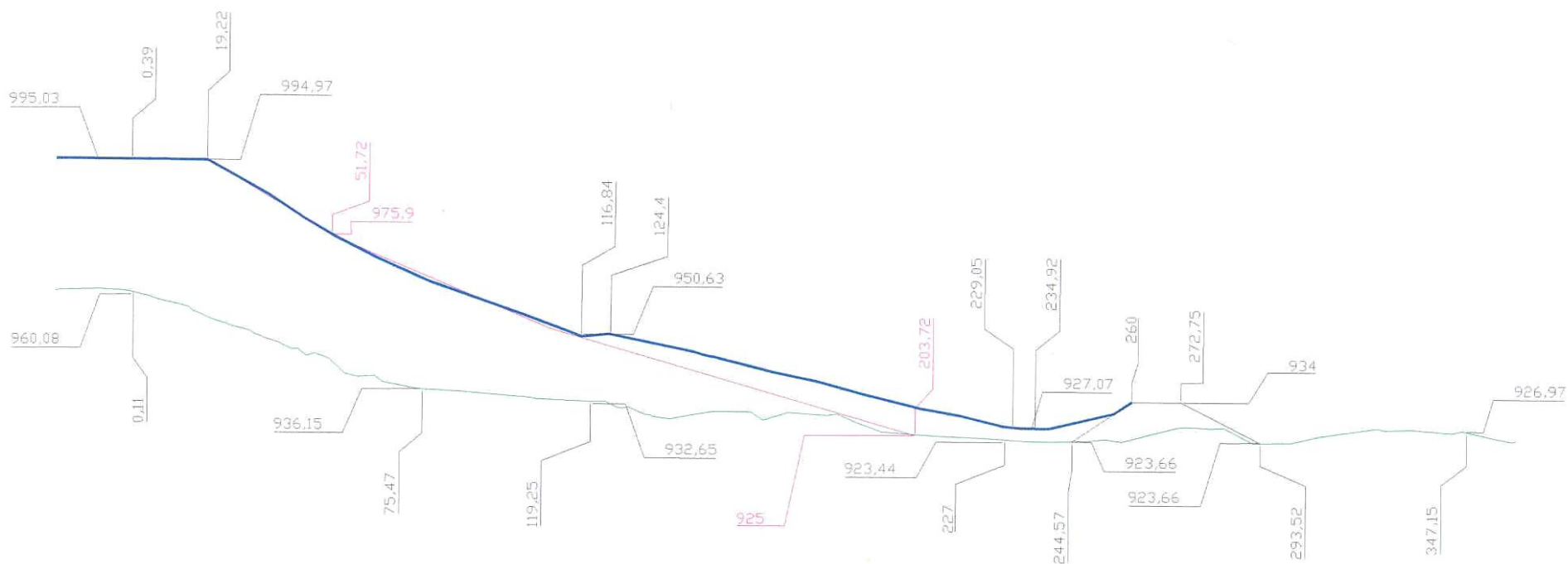
Сл. 8 - Привремен канал, обложен со геомембрана, за одведување на евентуално појавени површинските води во јаловиштето (11. ЦИ 2003 год.)





Сл. 9 – Ситуација на низводната косина на песочната брана од новото јаловиште I фаза, со кота на круна 995,0 мнв и дополнителната низводна заштитна брана со кота на круната 934,0 мнв





Сл. 10 – Напречен пресек на браната од јаловиштето, состојба на крајот на јуни 2004 година, по изградбата на низводната дополнителна брана до кота 934,0 мнв

(со зелен линија е означен теренот, со црвена контурата на јаловиштето пред депонирањето на излеаната јаловина, а со плава контурата на јаловиштето по депонирањето на излеаната јаловина)



Сл. 11 – Изглед на низводната косина на јаловиштето со дополнителната брана со кота на круната 934 мнв (септември 2005)



Сл. 12 - Изглед на низводната косина на јаловиштето со дополнителната брана со кота на круната 934 мнв (септември 2005)

### 1.3. Оскултација на јаловиштето

Оскултација се врши само за новото Јаловиште “Долина на Саска Река” - 1 фаза, кое е изградено кон крајот на 2000 год. до кота 990.50 m, од причина што само тоа беше во експлоатација, и тоа до 14. 02. 2002 година и повторно се користи од август 2006 година со повторното рестартирање на погонот флотација при рудникот Саса – М. Каменица.

#### 1.3.1. Систем за оскултација

Системот за оскултација на јаловиштето “Саса” накучо е опишан во последните *Еаборати за техничка оскултација*, изработени во мај 2001 година за 2000 година и април 2006 за 2005 година, од страна на РИ-ПМС, РУДАРСКИ ИНСТИТУТ и др. Д.О.О – Скопје (првиот елаборат) и ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ – Скопје, Катедра за хидротехнички објекти (вториот елаборат).

Проектираната и усвоената техничка документација - со посебиите елаборати за заштита и експлоатација на постојното Ново јаловиште - 1 фаза, до кота 990 m, како главен систем за оскултација - набљудување на браната, предвидува:

- мерење на нивото на водата во пиезометрите, односно утврдување на нивото на провирната линија на водата низ телото на браната од јаловиштето;
- геодетско снимање на косините на браната;
- количина и чистота на дренажните води.

Со изработената и усвоена техничка документација се предвидени и изведени вкупно: 7 (седум) пиезометри, означени од П-1 до П-7 од кои П-1 - П-6 се во телото на браната а П-7 е во бокот на браната. *Бидејќи поголем дел од наведените пиезометри биле пополнети и неупотребливи, при спроведувањето на истражните работи во периодот есен 2003 и зима 2004 година за потребите на елаборатот за стабилноста на јаловиштето по хаваријата од август 2003 година, три истражни дупнатини - две на круната на песочната брана и една на косината - се претворени во пиезометри П1, П2 и П3, кои, заедно со постојниот исправен пиезометар Пст, ја прават постојната мрежа на пиезометри преку која што се врши набљудување (прилог 2). Во поставените пиезометри не треба да се формира водно ниво, што ќе биде доказ дека јаловиштето функционира правилно, односно дека нема*



опасност од создавање на т.н. водени џебови кои можат да бидат фатални за стабилноста на песочната брана.

Со техничката документација се предвидени 3 (три) вида на набљудувања, и тоа:

- визуелни набљудувања
- геодетски снимања и
- контролна оскултација (мерења).

➤ *Визуелни набљудувања*

Визуелните набљудувања - предвидено е да се вршат дневно, повремено, - 2 (два) пати месечно и вонредно, по потреба (по обилни поројни дождови и сл).

Дневните набљудувања ги врши лице задолжено за работа на јаловиштето; повремените ги врши одговорниот инженер на погонот флотација на 15 дена, додека вонредните се вршат по потреба (по силни дождови, горски удари, земјотреси и сл.) и тоа по потреба во поширок стручен состав, вклучувајќи го и проектантот и стручни лица од организацијата на која и е доверено да ја врши оскултацијата.

Погонот флотација е задолжен за визуелните набљудувања да се води дневник во кој се внесуваат поважните визуелни констатации, и тоа:

- пукнатини на круната на браната
- состојбата на низводната косина на браната
- чистота на водата од преливниот колектор и дренажната цевка, како и околните извори
- визуелната состојба на пиезометрите

➤ *Геодетски снимања*

Геодетски снимања се вршат на поставените 4 (четири) реперни точки и тоа: 2 (две) по круната на браната од старото јаловиште бр.2, до кота 1021 м и Новото јаловиште - I фаза, а треба да се врши следење и на експлоатацијата - изградбата на постојната брана на Новото јаловиште.

Бидејќи изградбата на постојната брана е со променлива геометрија, од геодетските снимања на профилите се добиваат главните податоци за промената на низводната косина и делумно на узводната косина на браната (каде што дозволуваат техничките услови).

➤ *Контролни мерења*

Контролните мерењата се состојат од мерење на:

- нивото на водата во пиезометрите, кои се вршат: 1 (еден) пат неделно (кога има промени) и 1 (еден) пат месечно (кога нема промени);
- количина на водата од преливниот колектор и дренажата кои се вршат: 1 (еден) пат неделно (кога има промени) и 2 (два) пати месечно (кога нема промени);
- квалитет на водата (хемиски анализи), која се испушта во водотекот на Саска Река јаловиштето и рудникот: 1 (еднаш) месечно или 2 (два) пати годишно (ако се движат во долно дозволените граници);

За сите набљудувања (визуелни или контролни мерења) треба да се води дневна, месечна и годишна евиденција и да се формира соодветна документација која се состои од записници, табели, дијаграми и месечни извештаи а за секоја календарска година врз основа на сите набљудувања и мерења се прави годишен елаборат со кој е потребно да се даде оценка за стабилноста на браната и евентуалните мерки за нејзино подобрување.

### 1.3.2. Резултати од оскултацијата

И по паѓањето на рудникот „Саса“ во стечај, беше продолжено да се врши оскултација за предвидените работи кои што не се поврзани директно со производниот процес, а се битни за стабилноста на јаловиштето. Рудникот, за визуелното следење на јаловиштето 24 часа дневно, беше обезбедил 2-3 работника, а во случај на обилни дождови биле обезбедувани можности за вонредно, засилено набљудување и интервенирање - во случај на потреба. Дневните набљудувања ги вршеа истите лица задолжени за таа работа и при работењето на рудникот, а повремениите набљудувања ги вршеше задолжен инженер за погонот флотација и јаловиштето. Со рестартирањето на процесот на експлоатација на минералната сировина, нормално дека се подигна и нивото на оскултацијата на овој исклучително значаен објект, од технолошки и од , по околината, безбедносен аспект.

#### 1.3.2.1. Мерења на пиезометрите

Организираната оскултација - набљудување на постојното Ново јаловиште “Долина на Саска Река” - 1 фаза се врши практично од самиот почеток на неговата изградба од 1980 година, односно од поставувањето на пиезометрите наредната 1981 година. Во овој период од страна на изведувачот на пиезометрите на Новото јаловиште - 1 фаза. рудникот “Саса” се

извршени и првите мерења на нивото на водата на истите. Резултатите од овие и сите наредни мерења на нивото на водата во пиезометрите и другите визуелни набљудувања се содржани во книгата за водење на извештаите за набљудување на Новото јаловиште “Долина на Саска Река” - 1 фаза. која ја чува и води корисникот рудникот „Саса”.

Врз основа на евидентираните записници за периодот од 09.08.2006 до 01.03.2007 год., период за кој се изработува овој Елаборат за оскултација, добиени се следните податоци за нивото на водата во пиезометрите, прикажани во табела 1.

Табела 1 - Податоци од мерењата на нивото на водата во пиезометрите извршени во периодот од 09.08.2006 година до 01.03.2007 година

### Мерење на нивото на водата во пиезометрите

**Напомена:** во пиезометрите не треба да има влага или вода, бидејќи ако има вода значи дека косината на браната не е стабилна и треба да се преземат соодветни мерки.

Дата	П1	П2	П3	Пст
09. 08 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	не се мери
15. 08 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
25. 08 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
07. 09 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
17. 09 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
22. 09 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
03. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
09. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
13. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
17. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
19. 10 '06	сув без влажност	покажува мала влажност	сув без влага	
20. 10 '06	сув без влажност	покажува мала влажност	сув без влага	
22. 10 '06	минимална влажност	покажува влажност	сув без влага	
23. 10 '06	сув без влажност	миним.влажност (опаѓа)	сув без влага	
24. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
27. 10 '06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага	
29. 10 '06	покажува влажност	сув без влага	сув без влага	
31. 10 '06	покажува вода	покажува мала влажност	сув без влага	
01. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	покаж. зголемена влажност	сув без влага	
02. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	покаж. зголемена влажност	сув без влага	
03. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	влагата се намалува	сув без влага	



06. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	сув со мин. влажност	сув без влага
07. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	сув без влага	сув без влага
08. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	сув без влага	сув без влага
09. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	сув без влага	сув без влага
10. 11 '06	покаж. вода (непромене.)	сув без влага	сув без влага
13. 11'06	покаж. вода(се намалу.)	сув без влага	сув без влага
14. 11 '06	покаж. вода (се намалу.)	сув без влага	сув без влага
16. 11 '06	покаж. вода (20 см)	сув без влага	сув без влага
17. 11' 06	покаж. вода (18 см)	сув без влага	сув без влага
18. 11' 06	покаж. вода (12 см)	сув без влага	сув без влага
20. 11' 06	покаж. вода (10 см)	сув без влага	сув без влага
22. 11' 06	покаж. вода ( 8 см)	сув без влага	сув без влага
24. 11' 06	покаж. вода (6 см)	сув без влага	сув без влага
27. 11' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
29. 11' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
01. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
05. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
08. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
12. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
15. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
20. 12' 06	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
05. 01' 07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
09. 01' 07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
11. 01' 07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
15. 01' 07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
17. 01' 07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
22. 01 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
26. 01 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
30. 01 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
05.02 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
09.02 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
19.02 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
26.02 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага
01.03 '07	сув без влажност	сув без влага	сув без влага

Податоците од мерењата покажуваат дека во пиезометарот П1 на 31.10.2006 се појавило присуство на вода чие ниво било непроменето се до 16.11.2006 кога истото почнало да опаѓа за да наполно исчезне на 27.11.2006 година. Оваа појава, која на прв поглед делува загрижувачки, веројатно е резултат на близината на кратерот, кој се создаде при хаваријата

на јаловиштето а кој, и покрај сите укажувања дека треба да се санира, односно исполни со материјал, неговата санација оди релативно споро така да и понатаму во истиот опстојува поголема количина на вода, чие ниво, според добиените податоци кои се презентирани во прилог 1, е во постојан пораст. Добро е што после 27.11.2006 година па се до 01.03.2007, овој пиезометар е потполно сув. Она што, исто така, е олеснителна околност е и фактот дека, во истиот овој период, кога пиезометарот П1 покажал присуство на вода, пиезометарот П2, кој е наредниот пиезометар во поглед на близината до споменатиот кратер, само на 01 и 02.11.2006 година покажал одредена зголемена влажност. Исто така добро е што, во целиот овој период пиезометарот П3 константно бил сув и без било каква влага. Она што не е јасно е фактот што за целиот овој период пиезометарот Пст не е опсервиран, односно, кај него не се вршени соодветни мерења. Од сето ова јасно произлегува дека, проблемот со кратерот исполнет со вода и натаму останува повеќе од ургентен. Неговата санација е неопходна за да се избегнат било какви непредвидливи процеси кои можат да ја загорзат стабилноста на овој исклучително значаен објект. Исто така пожелно е да се врши редовна опсервација и на пиезометарот Пст додека надгледувањето на пиезометарот П1 треба да се интензивира, односно да биде под секојдневна присмотра. Се на се, не може да се каже дека, кај браната, постојат индикации за одредени нарушувања, пред се, од филтрационен аспект, кој е исклучително значаен за нејзината вкупната безбедност, но секако дека, санирањето на постоечкиот кратер, кое е во тек (заполнувањето на кратерот е презентирано во прилог 4) и зголемената будност во следењето на состојбите се неопходни.

#### *1.3.2..2. Визуелни набљудувања*

Податоците од визуелните набљудувања се впишуваат во книгата за сменски, дневни, месечни и годишни извештаи. При редовна работа на рудникот визуелно би се следело: евентуална појава на пукнатини на круната на браната, работата на циклоните, напредувањето, односно изградбата на круната, бистрината на преливната вода, промените при силни поројни дождови во сливните заштитни колектори, и др.

Трендот на извршување на секојдневните и повремениите (двапати месечно) визуелни набљудувања се вршат редовно, додека вонредните визуелни набљудувања се вршат по потреба. Во периодот за кој се однесува овој елаборат нема податоци за појава на евентуални аномалии опишани погоре.

### 1.3.2.3. Геодетски мерења

И во текот на 2006 година не е извршена геодетска оскултација на браната од јаловиштето.

### 1.3.2.3. Контролни мерења и анализи

Контролните мерења и анализи, според дадените услови на проектот за оскултација, содржат контрола и мерење на:

- количината на водата од преливниот колектор 5;
- количина на водата од дренажата;
- ниво на водата во акумулацијата;
- квалитет на водите (физичко-хемиска и токсична анализа) од Новото јаловиште - I фаза;
- содржина на класата 0.074 mm во песокот на хидроциклоните.

**Количината на водата од преливниот колектор** не се мери бидејќи истиот не е во функција после настанатата хаварија. Исто така и колекторот 3 не е во функција бидејќи после настанатата хаварија на излезот од јаловиштето е пломбиран со бетонски чеп.

**Количината на водата од дренажата** која истекува од дренажната цевка во низводната ножица на браната се манифестира како процедена вода од таложното езеро и како вода која се исцедува од производот песок на хидроциклонот (со густина, односно содржина на цврстата јаловина од 65-80% и течност - вода 35-20%), кој се депонира во браната. Резултатите од контролните мерења вршени од почетокот на август 2006 па до март 2007 година, по извршените промени во дренажниот систем, опишани во воведниот дел од Елаборатов, се прикажани во табелата 2.

Табела 2 - Мерење на количините на дренажната вода

Реден број	Дата	Мерно место	Количина ( л / мин )
1	05.08.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	3
2	14.08.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
3	20.08.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
4	25.08.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,7
5	02.09.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
6	09.09.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
7	17.09.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
8	23.09.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9

9	01.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
10	17.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
11	19.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
12	23.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
13	26.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
14	30.10.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
15	02.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
16	06.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
17	10.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,8
18	14.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
19	18.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
20	20.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
21	29.11.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
22	05.12.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
23	12.12.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
24	25.12.2006	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
25	10.01.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
26	20.01.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
27	30.01.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
28	15.02.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
29	25.02.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
30	01.03.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9
31	12.03.2007	Дренажа 1 ( старо јаловиште )	2,9

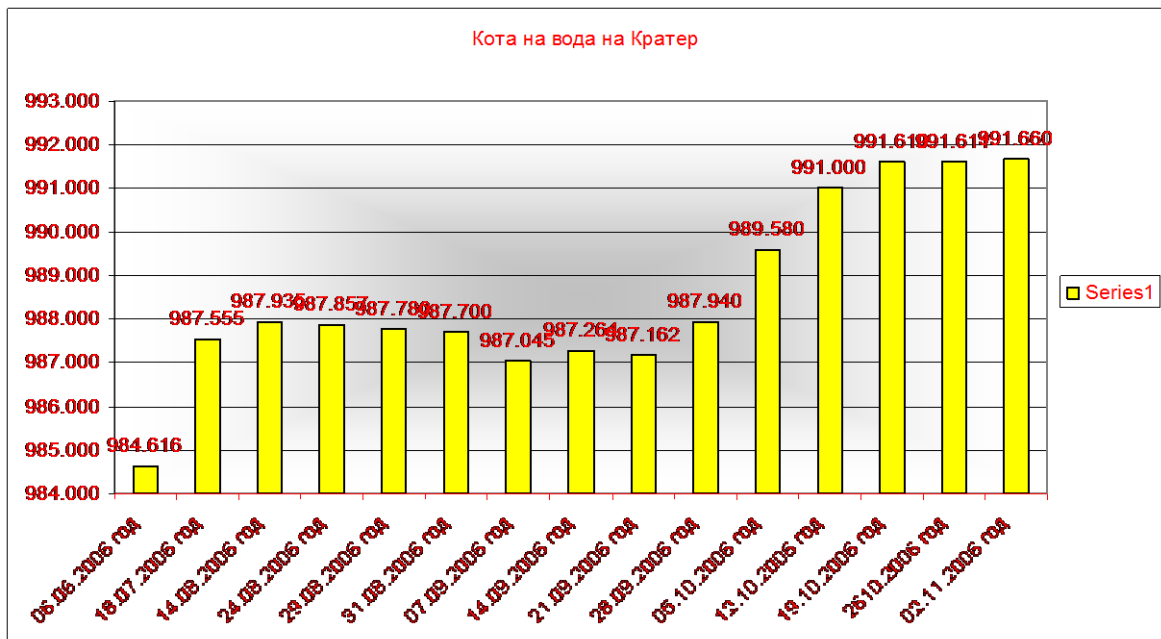
Резултатите од мерењата покажуваат дека од дренажата под телото на браната истекуваат релативно мали количини вода - до 3 l/min, Малата апсолутна количина, како и нејзината мала варијација, зборуваат за нормално однесување на јаловиштето.

Водите од дренажата 2, чиј што излез по хаваријата од август 2003 година е пломбиран, па се спроведуваат со пластични цевки во опточниот тунел, и во текот на 2006 година не биле мерени, со образложение дека не се располага со соодветен мерен уред. Овие води се релативно константни и се процснуваат на 5-7 l/sek.

Мерење на нивото на водата во акумулацијата пропишано е да се врши месечно, квартално годишно и полугодишно, а добиените резултати да се запишуваат во книгата за ниво на вода во акумулацијата на Новото јаловиште – I фаза или преку вистинските коти од геодетските мерења да се даваат со геодетските подлоги. Резултатите се прикажани во табела 3.

Табела 3

Дата	Кота
06.06.2006 год	984.616
18.07.2006 год	987.555
14.08.2006 год	987.935
24.08.2006 год	987.857
29.08.2006 год	987.780
31.08.2006 год	987.700
07.09.2006 год	987.045
14.09.2006 год	987.264
21.09.2006 год	987.162
28.09.2006 год	987.940
05.10.2006 год	989.580
12.10.2006 год	991.000
19.10.2006 год	991.610
26.10.2006 год	991.611
02.11.2006 год	991.660



Мерењата покажуваат тенденција на покачување на нивото на водата во кратерот, со 02.11.2006 година нивото достигнало 991,66 мнв, што е нормална појава како резултат, пред се, на депонирањето на материјал во кратерот и обидот истиот да се санира. Секако дека влијание на нивото на водата во кратерот имаат и атмосферските води. Мерењата на нивото на водата во кратерот после 02.11.2006 г. не се врши бидејќи со депонирањето на јаловината

во кратерот и со неговото пополнувањето доаѓа до истиснување на водата и нејзино одведување преку адаптираниот колекторот 6 кој служи за одведување на површинските води од јаловиштетониот дел. (т.н. пороен колектор 6)

Определувањето на **квалитетот на водите** кои се испуштаат од Новото јаловиште - I фаза, треба да се врши месечно, а добиените резултати за нивниот квалитет да се евидентираат во книгата за квалитетот на водите од јаловиштето. Квалитетот на водите кои се испитуваат од Новото јаловиште - I фаза се одредува со физичко-хемиски и токсични анализи односно, загаденоста иа преливните и дренажните води подлежи на контролни мерења со кои се опфаќа одредување на нивната физичко-механичка чистота (цврст остаток), хемиско токсични елементи и pH вредност. Добиените резултати од физичко-хемиските и токсичните анализи за квалитетот на водите кои се испуштаат од Новото јаловиште - I фаза: треба да се споредуваат со важечките законски пропишани норми за максимално дозволените концентрации (МДК).

Анализи на квалитетот на водите, односно на нивните физичко-хемиски својства, и понатаму не се вршат, и покрај отпочнувањето со редовна експлоатација. **Препорака е со ваквите анализи веднаш да се отпочне.**

Мерењата на **содржина на класата - 0.074 mm** во производот песок на хидроциклонот (како критериум за крупноста на материјалот - јаловина која се вградува во браната да ги задоволува проектираните параметри) треба да се врши по потреба еднаш месечно, квартално или полугодишно, а добиените резултати да се евидентираат во книгата за тековна изградба на јаловиштето. Со мерењето на содржината на класата 0.074 mm при одредување на гранулометрискиот состав на производот песок на хидроциклонот се врши контрола на работата на хидроциклоните. Поточно, со регулација на параметрите на хидроциклоните (притисок, отвор на вртложната, преливна и испусна дизна-цевка) производот песок на хидроциклонот се доведува на потребната содржина - крупност, која е потребна за проектираните параметри за геостатичката стабилност на браната.

Иако рудникот отпочна со редовна експлоатација од август 2006 година, се уште не е воспоставена континуирана анализа на содржината на класата - 0.074 mm. **Препорака е со тоа да се отпочне веднаш и неизоставно.**

Во Прилог 1 во функција на одредени компаративни и континуирани согледувања, поврзани со оскултацијата на јаловиштето на рудникот Саса, дадени се и резултатите кои беа составен дел на Елаборатот за 2005 година.



#### 1.4. Заклучни разгледувања и препораки

1. На 30. 08. 2003 година дојде до хаварија во јаловиштето, по која беа изработени повеќе проекти и преземени бројни мерки за санирање и подобрување на состојбата. Во склоп на тие работи, беа направени определени промени, особено во водоспроводните објекти, кои се опишани во соодветни точки во воведниот дел на Елаборатов.
2. Согласно на констатациите од извршените мерења на пиезометарскиот систем јасно произлегува дека, проблемот со кратерот исполнет со вода и натаму останува повеќе од ургентен. Неговата санација е неопходна за да се избегнат било какви непредвидливи процеси кои можат да ја загорзат стабилноста на овој исклучително значаен објект. Исто така пожелно е да се врши редовна опсервација и на пиезометарот Пст додека надгледувањето на пиезометарот П1 треба да се интензивира, односно да биде под секојдневна присмотра. Се на се, не може да се каже дека, кај браната, постојат индикации за одредени нарушувања, пред се, од филтрационен аспект, кој е исклучително значаен за нејзината вкупната безбедност, но секако дека, санирањето на постоечкиот кратер, кое е во тек (заполнувањето на кратерот е презентирано во прилог 4) и зголемената будност во следењето на состојбите се неопходни.
3. Со анализите на стабилноста на браната спроведени во 2001 и 2003 - година, покажано е дека со изведениот наклон на низводната косина стабилноста на браната одговара за привремена состојба, каква што всушност и е, имајќи предвид дека за 2006 година се планира реактивирање на производниот процес на изведба на ново јаловиште, непосредно низводно од постојното и во контакт со него. И покрај наведените поволности, сметаме дека е полезно да се спроведе геодетска оскултација на постојната брана, како што беше препорачано и во Елаборатот за оскултација за 2005 година.
4. Потребно е да се обезбедат услови за мерење на дренираните води што се спроведуваат во опточниот тунел, а во иднина, со оформување на системот за сепарација на дренираните води од атмосферските да се анализира можноста за нивно одвоено одведување од тунелот.
5. Врз основа на оскултацијата спроведена во 2006 година, земајќи ги предвид и резултатите од мерењата спроведени претходните две години, можеме да заклучиме дека јаловиштето „Саса“ е во стабилна состојба. На сопственикот му препорачуваме

да ги земе предвид дадените мислења и препораки во Елаборатов, да ги спроведе на дело во процесот на реактивирање на рудникот, а постојново јаловиште, во неопходната мерка, да го внесе во системот за набљудување, заедно со новото јаловиште.

## ПРИЛОЗИ

Прилог 1 – Табела 1 – Податоци од мерењата на нивото на водата во пиезометрите извршени во периодот од 23.12.2003 година до 23.08.2005 година

Табела 2 – Мерење на количините на дренажна вода

Табела 3 - Ниво на водата во акумулацијата (14.09.2003 – 03.03.2006)

Прилог 2 – Ситуација на јаловиште со распоред на пиезометрите,  $M = 1 : 500$ ;

Прилог 3 - Ситуација на јаловиштето со кратерот формиран во 2003 година

Прилог 4 - Пресметки за депонирање песок на косината и муљ во таложното езеро (кратер)

Прилог 5 – Слики и ситуации од хидројаловиштето на рудник Саса

# ПРИЛОГ 1

Табела 1 – Податоци од мерењата на нивото на водата во пиезометрите извршени во периодот од 23.12.2003 година до 23.08.2005 година

Ред.бр.	Датум на мерење	Забелешка за пиезометрите
И	23.12.2003	П4 е сув, П5 и П7 пополнети
2	13.01.2004	П7 сув
3	24.02.2004	мерени се 3 нови пиезометри - суви
4	02.06.2004	мерени се 3 нови пиезометри - суви (без промена)
5	08.07.2004	П1 и П3 суви, П2 и Пст. покажуваат влажност
6	18.11.2004	П4 и П3 суви. П2 и Пст. покажуваат мала влажност
7	30.12.2004	П1 со зголемена влажност, П2, П3 и Пст. се суви
8	10.01.2005	П1 со нормална влажност, П2, П3 и Пст. се суви
9	11.01.2005	П1 и Пст. со зголемета влажност. П2 и П3 со мин. влага
10	18.01.2005	П1 и П3 покажуваат влажност, П2 и Пст. суви
11	26.01.2005	П1 и П3 покажуваат влажност, П2 и Пст. суви
12	30.01.2005	без промени во однос на претходното
13	08.02.2005	не е вршепо мерење поради големи снежни наноси
14	14.02.2005	П1 влажен, П2 сув, додека другите два не се мерени
15	20.02.2005	П1 и Пст. покажуваат влажност, П2 и П3 суви
16	26.02.2005	П1, П3 и Пст. влажни без вода, П2 сув
17	15.03.2005	П1 и Пст. со мала влажност без вода, П2 и Пст. суви
18	26.03.2005	П1, П2, П3 и Пст. без вода
19	08.04.2005	П1 и Пст. со мала влажност без вода, П2 и П3 суви
20	26.04.2005	П2 и Пст. со мала влажност без вода, П1 и П3 суви
21	07.05.2005	П1, П2 и Пст. влажни без појава на вода, П3 сув
22	17.05.2005	П1, П2 и Пст. влажни без појава на вода, П3 сув
23	10.06.2005	П1, П2 и Пст. влажни без појава на вода, П3 сув
24	20.06.2005	П1, П2 и Пст. влажни без појава на вода, П3 сув
25	29.06.2005	П1, П2 и Пст. влажни без појава на вода, П3 сув
27	10.08.2005	П1 и П2 без појава на вода. П3 сув, Пст. не е мерен
29	23.08.2005	П1 и П2 влажни без појава на вода, П3 сув

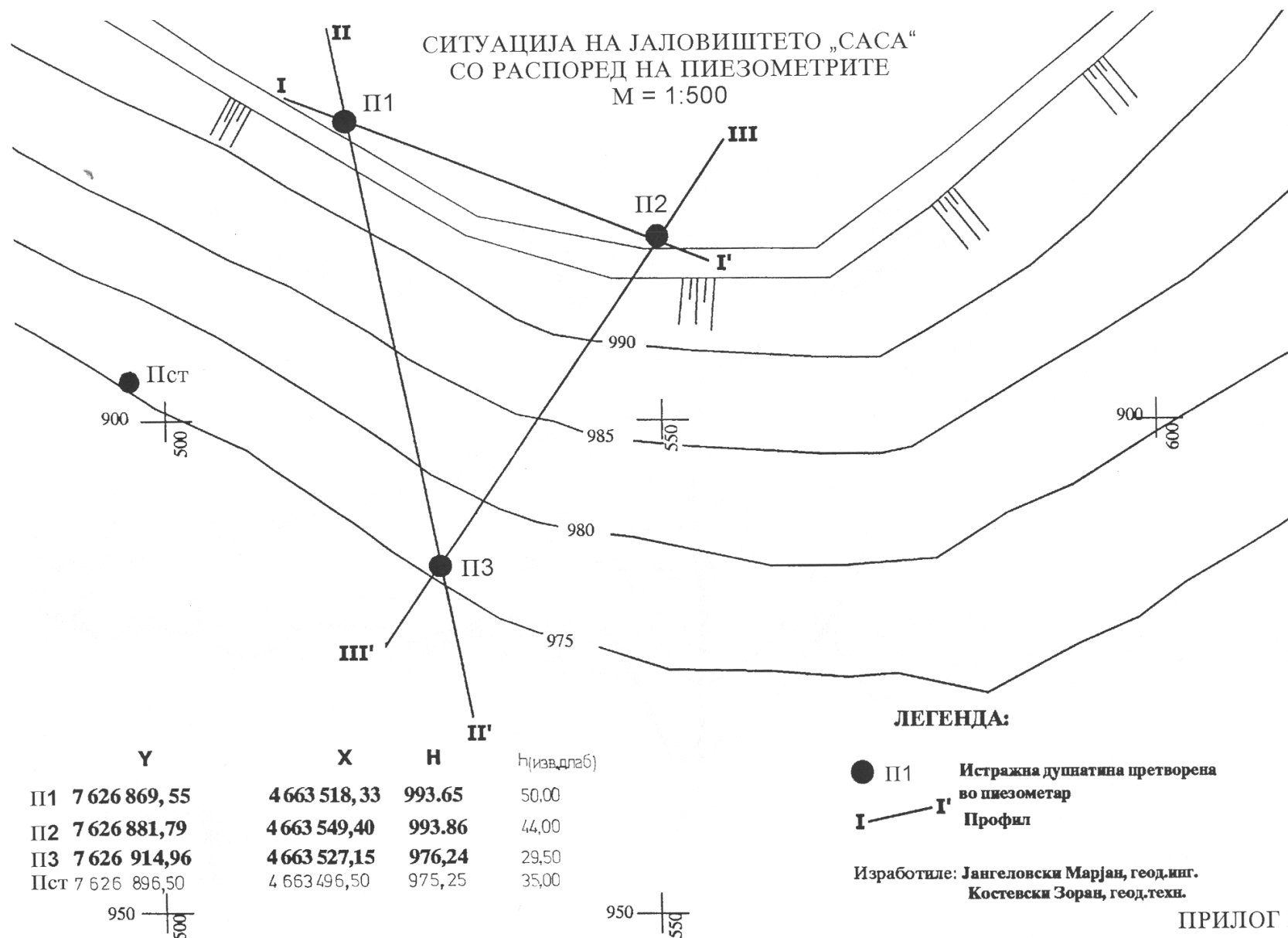
Табела 2 – Мерење на количините на дренажна вода

Ред.бр.	Датум на мерење	Количина на дренажна вода (л/мин)
1	23.12.2003	3.5-4.0
2	13.01.2004	3.8
3	24.02.2004	3.4-3.8
4	02.06.2004	4.0-5.0
5	08.07.2004	3.5-4.0
6	18.11.2004	2.0-3.2
7	30.12.2004	2.7-3.5
8	10.01.2005	2.7-3.5
9	11.01.2005	3.0
10	18.01.2005	не е вршено мерење
11	26.01.2005	2.5
12	30.01.2005	не е вршено мерење
13	16.02.2005	не е вршено мерење
14	20.02.2005	2.3
15	26.02.2005	2.4
16	15.03.2005	2.5
17	26.03.2005	2.5
18	08.04.2005	2.8-3.4
19	26.04.2005	2.8-3.2
20	07.05.2005	2.8-3.4
21	17.05.2005	2.5-2.8
22	10.06.2005	2.4
23	20.06.2005	2.6
24	29.06.2005	2.2
25	04.07.2005	2.6
26	10.08.2005	не е вршено мерење
27	22.08.2005	не е вршено мерење
28	23.08.2005	2.6-2.8

Табела 3 - Ниво на водата во акумулацијата (14.09.2003 – 03.03.2006)

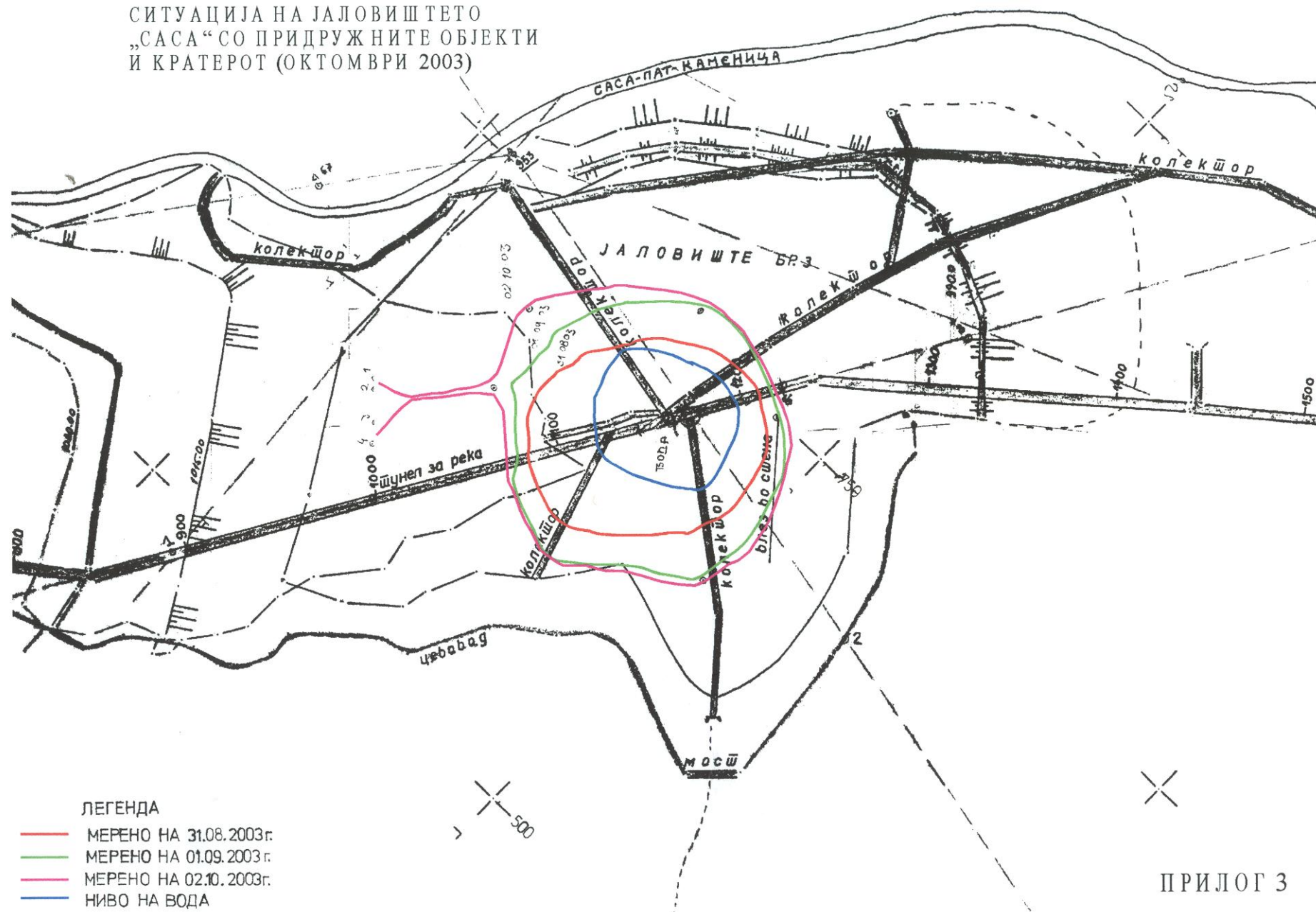
Ред.бр.	Датум на мерење	Кота на ниво на вода во езерото (мнв)
1	14.09.2003	976,25
2	18.09.2003	976,76
3	24.09.2003	976,80
4	07.10.2003	977,15
5	14.10.2003	977,64
6	21.11.2003	978,70
7	09.12.2003	979,73
8	02.02.2004	979,10
9	05.02.2004	979,10
10	09.06.2004	980,55
11	13.07.2004	980,50
12	29.07.2004	980,68
13	23.08.2004	980,60
14	15.09.2004	980,44
15	19.10.2004	980,75
16	19.11.2004	980,78
17	25.12.2004	980,83 (замрзнато ниво)
18	20.02.2005	981,63 (покриено со снег)
19	22.03.2005	982,83
20	31.03.2005	983,62
21	12.04.2005	983,40
22	11.05.2005	983,10
24	21.07.2005	982,60
25	25.08.2005	981,80
26	24.09.2005	983,10
27	27.10.2005	982,98
28	30.11.2005	983,08
29	30.01.2006	984,03
30	02.03.2006	984,48





ПРИЛОГ 2

СИТУАЦИЈА НА ЈАЛОВИШТЕТО  
„САСА“ СО ПРИДРУЖНИТЕ ОБЈЕКТИ  
И КРАТЕРОТ (ОКТОМВРИ 2003)



# ПРИЛОГ 4

## Пресметки за депонирање песок на косината и муљ во таложното езеро (кратер)

Период	Депонирано песок по косината		Депонирање на муљ во кратер	
	План (м³)	Факт (м³)	План (м³)	Факт (м³)
26.08 - 31.08	1540	2683		
31.08 - 07.09	1703	1323,16		
07.09 - 14.09	2219	1649,94		
14.09 - 21.09	1672	1298,13		
21.09 - 28.09	2064	2056,55		
28.09 - 05.10	2146	2534,31	4911	
05.10 - 12.10	2190	1801,65	5014	
12.10 - 19.10	2122	2251,58	4855	
19.10 - 26.10	1950	2385,73	4463	
26.10 - 02.11	1798	1665,11	4113	
02.11 - 09.11	1771	1798,71	4053	
09.11 - 16.11	1835	1785	4195	
16.11 - 23.11	2344	2084	5364	
24.11 - 30.11	1877	2041	4297	
30.11 - 07.12	2067	1922	4731	
07.12 - 14.12	1876	2159,8	4293	
14.12 - 27.12	3729	4111	8533	
27.12 - 11.01	4249	4782	9723	
11.01 - 18.01	2049	2171	4689	
18.01 - 15.02	7795	7431	17838	
15.02 - 22.02	1790		4096	
22.02 - 28.02	1715		3926	
28.02 - 07.03	2129		4873	
07.03 - 14.03	2166		4957	
<b>Вкупно:</b>	<b>56796</b>	<b>49935</b>	<b>108924</b>	

Пресметките важат од 28.09 2006 до 14.03 2007 година

Вкупен простор	160 000 м³	160 000 м³
Наталожен материјал		108 924 м³
Простор кој не може да се полни		≈ 15 000 м³

Претходно наталожен  
материјал

≈ 5 000 м<sup>3</sup>

Слободен простор за депонирање на муљ

≈ 31 076 м<sup>3</sup> = ≈ 1.5 месеци

#### Наталожен муљ во кратер

септември	2076	декември	20052
октомври	20602	јануари	18871
ноември	19276	февруари	18895
		март	9153
		<b>Вкупно:</b>	<b>108 924</b>



ПРИЛОГ 5







Изработиле: КАТЕДРА ЗА МИНЕРАЛНА ТЕХНОЛОГИЈА

Проф. Др. Борис Крстев

Проф. Др. Благој Голомеов

М-р Александар Крстев, техничка соработка